



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003008360 A**(43) Date of publication of application: **10.01.03**

(51) Int. Cl.

**H03F 1/32****H03F 1/34****H04B 1/04****H04L 27/20****H04L 27/36**(21) Application number: **2001190178**(71) Applicant: **NEC MOBILING LTD**(22) Date of filing: **22.06.01**(72) Inventor: **KIYOTA NAOYOSHI****(54) PREDISTORTION TYPE LINEARIZER AND ITS ALARM DETECTING METHOD**

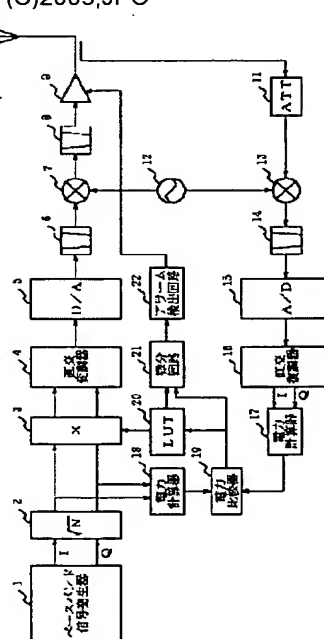
alarm signal.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a predistortion type linearizer which can detect an alarm easily when abnormality is generated in a negative feedback loop.

**SOLUTION:** In the predistortion type linearizer which performs nonlinear distortion compensation of a power amplifier by a negative feedback system, power calculators 17 and 18 calculate and output power of a feedback base band signal and power of a transmission base band signal, respectively. Power comparator 19 compares output power of the calculators 17, 18 with each other and obtains a distortion compensation coefficient. A differentiation circuit 21 obtains change in time from a distortion compensation coefficient of the power comparator 19 output and an immediately preceding distortion compensation coefficient. When an abnormal state of the negative feedback loop which exceeds a previously determined convergence time is detected, the differentiation circuit outputs an alarm signal. An alarm detecting circuit 22 controls output power of a power amplifier 9 in accordance with the



**IS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-8360

(P 2003-8360A)

(43) 公開日 平成15年1月10日 (2003. 1. 10)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 3 F	1/32	H 0 3 F	5J090
	1/34		5K004
H 0 4 B	1/04	H 0 4 B	R 5K060
H 0 4 L	27/20	H 0 4 L	Z
	27/36		F
審査請求 有 請求項の数 7		O L	(全 7 頁)
(21) 出願番号	特願2001-190178 (P2001-190178)		
(22) 出願日	平成13年6月22日 (2001. 6. 22)		
(71) 出願人	390000974 エヌイーシーモバイリング株式会社 横浜市港北区新横浜三丁目16番8号 (N E C 移動通信ビル)		
(72) 発明者	清田 尚愛 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目16番8 号 日本電気移動通信株式会社内		
(74) 代理人	100082935 弁理士 京本 直樹 (外2名)		

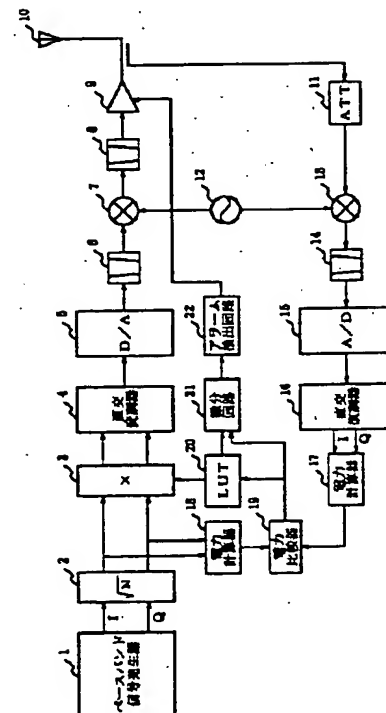
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリディストーション形リニアライザ及びそのアラーム検出方法

## (57) 【要約】

【課題】 負帰還ループに異常が発生した時のアラーム検出を容易に行うことができるプリディストーション形リニアライザを提供する。

【解決手段】 電力増幅器の非線形歪み補償を負帰還方式で行うプリディストーション形リニアライザにおいて、電力計算器 17、18 は、帰還ベースバンド信号および送信ベースバンド信号のそれぞれの電力を計算し出力する。電力比較器 19 は、電力計算器 17、18 出力のそれぞれを電力比較して歪み補償係数を求める。微分回路 21 は、電力比較器 19 出力の歪み補償係数と直前の歪み補償係数とより時間的変化を求め、予め定められた収束時間を越えるような負帰還ループの異常状態を検出した場合にアラーム信号を出力する。アラーム検出回路 22 は、アラーム信号に従って電力増幅器 9 の出力電力を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電力増幅器の非線形歪み補償を負帰還方式で行うプリディストーション形リニアライザであって、電力増幅器の歪み成分を打ち消すための歪み補償係数の時間的変化に基づいて、帰還ループの異常状態を検出したときアラーム信号を出力する検出手段と、前記アラーム信号に従って前記電力増幅器の出力電力を制御する制御信号を出力するアラーム検出手段と、を備えることを特徴とするプリディストーション形リニアライザ。

【請求項2】 前記検出手段は、線形デジタル変調方式の送信ベースバンド直交信号と前記電力増幅器出力の一部をフィードバックして復調した帰還ベースバンド直交信号との電力比較を行い、電力比較結果より求めた前記歪み補償係数と直前の歪み補償係数とより時間的変化を求め、予め定められた収束時間を越える場合にアラーム信号を出力することを特徴とする請求項1記載のプリディストーション形リニアライザ。

【請求項3】 前記検出手段は、前記電力比較結果より求めた前記歪み補償係数と前記直前の歪み補償係数とを用いて微分処理することにより、時間的変化を求めることを特徴とする請求項1又は2記載のプリディストーション形リニアライザ。

【請求項4】 前記検出手段は、前記電力比較結果をアナログ量に変換し、時間的変化を求めることを特徴とする請求項1又は2記載のプリディストーション形リニアライザ。

【請求項5】 入力された送信ベースバンド信号の直交成分と同相成分とを波形形成するルートナイキストフィルタと、前記ルートナイキストフィルタ出力と参照テーブルに書き込まれたテーブル値とを乗算する乗算器と、前記乗算器出力を直交変調する直交変調器と、前記直交変調器出力をアナログ信号へ変換するD/Aコンバータと、前記D/Aコンバータ出力をPLL周波数シンセサイザから出力された局部発振信号を用いて、所望の周波数帯域に周波数変換する第1のミキサと、前記第1のミキサの入出力側に接続された第1、第2のバンドパスフィルタと、前記第2のバンドパスフィルタ出力を増幅しアンテナへ出力する電力増幅器と、前記電力増幅器出力の一部を減衰器を介して入力し、前記局部発振信号を用いて周波数変換する第2のミキサと、前記第2のミキサ出力から帯域外の不要波成分を除去する第3のバンドパスフィルタと、前記第3のバンドパスフィルタ出力をベースバンド周波数帯の同相成分と直交成分とに分離する直交復調器と、前記送信ベースバンド信号および前記直交復調器出力の帰還ベースバンド信号をそれぞれ電力計算する第1、第2の電力計算器と、前記第1、第2の電力計算器のそれぞれの出力を比較処理した歪み補償係数を参照テーブルへ書き込む電力比較器と、前記歪み補償係数と直前の歪み補償係数とより時間的変化を求め、予め定められた収束時間を越える場合にアラーム信号を出

力する微分回路と、前記アラーム信号を検出したとき前記電力増幅器の出力電力を制御するアラーム検出回路と、より構成されることを特徴とするプリディストーション形リニアライザ。

【請求項6】 電力増幅器の非線形歪み補償を負帰還方式で行うプリディストーション形リニアライザのアラーム検出方法であって、送信ベースバンド信号と電力増幅器出力の一部をフィードバックして復調した帰還ベースバンド信号との電力比較を行い、前記電力増幅器の歪み成分を打ち消すための歪み補償係数を求め、前記歪み補償係数の時間的変化に基づいて帰還ループの異常状態を検出し、前記電力増幅器の出力電力を制御することを特徴とするプリディストーション形リニアライザのアラーム検出方法。

【請求項7】 電力増幅器の非線形歪み補償を負帰還方式で行うプリディストーション形リニアライザのアラーム検出方法であって、線形デジタル変調方式の送信ベースバンド直交信号と電力増幅器出力の一部をフィードバックして復調した帰還ベースバンド直交信号との電力比較を行い、前記電力増幅器の歪み成分を打ち消すための歪み補償係数を求め、前記歪み補償係数の収束時間が予め定められた収束時間を越える場合に、帰還ループの異常状態を判断し、前記電力増幅器の出力電力を制御することを特徴とするプリディストーション形リニアライザのアラーム検出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプリディストーション形リニアライザに関し、特に負帰還ループに異常が発生した時のアラーム検出を容易に行うことができるプリディストーション形リニアライザに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の技術として、線形デジタル変調方式を利用した無線システムにおける電力増幅器の非線形歪み補償回路として広く用いられているプリディストーション形リニアライザの構成例を図3に示す。

【0003】図3において、1はベースバンド信号発生器、2はルートナイキストフィルタ、3は乗算器、4は直交変調器、5はD/Aコンバータ、6、8、14はバンドパスフィルタ、7、13はミキサ、9は電力増幅器、10はアンテナ、11は減衰器、12はPLL周波数シンセサイザ、15はA/Dコンバータ、16は直交復調器、17、18は電力計算器、19は電力比較器、20は参照テーブル(LUT)、25はフーリエ変換回路(FFT)、26はアラーム検出回路を示す。

【0004】このリニアライザの動作は、ベースバンド信号発生器1より発生した送信ベースバンド信号の同相成分(I)と直交成分(Q)とが、ルートナイキストフィルタ2で波形形成された後、参照テーブル20のテーブル値と乗算器3で乗算され、直交変調器4に入力され

る。直交変調されたデジタル信号は、D/Aコンバータ5でアナログ信号に変換される。この信号をバンドパスフィルタ6で不要波成分を除去し、PLL周波数シンセサイザ12で発生させた局発発振信号を用いたミキサ7で所望の周波数帯域に変換する。次にバンドパスフィルタ8で不要波成分を除去し、電力増幅器9で所望の電力まで増幅されアンテナ10から出力される。電力増幅器9の出力の一部は、帰還されミキサ13で中間周波数に周波数変換された後、バンドパスフィルタ14で帯域制限される。このアナログ信号は、A/Dコンバータ15でデジタル信号に変換され、直交復調器16でベースバンド信号の同相成分(I)と直交成分(Q)に分離される。電力計算器17と18は、帰還ベースバンド信号と送信ベースバンド信号との電力をそれぞれ計算し、比較することで電力増幅器9で発生する歪を検出し、この歪を補償する歪み補償係数を計算し参照テーブル20に書き込む。

【0005】この従来のリニアライザでは、入力信号に出力信号の一部を帰還する負帰還方式を用いているため、信号の位相によっては帰還ループが発振することがある。一旦帰還ループ内で発振が起こると電力増幅器9で過大入力となり破壊につながる恐れがある。そこで電力比較器19の出力をフーリエ変換回路25でフーリエ変換し、周波数成分を監視することにより、発振が起きた場合にはアラーム検出回路26が異常を検出し電力増幅器9の入力あるいは出力を制御することで破壊を防ぐことができる。

【0006】しかし、フーリエ変換により周波数成分を求めて発振の有無を監視するためには、サンプリングのデータ量を多くし、常に計算をしなければならないため発振の有無を判断するまでの時間を要し、また、この間の消費電力が増大するという問題がある。例えば、シンボルレート4.8 KHz、サンプリングレート48 KHzの信号をフーリエ変換するとして、1024ポイントのサンプルデータをとる場合には、 $1/4.8 \text{ KHz} \times 1024 = 21 \text{ msec}$ の時間がかかり、その間には電波法で定められた範囲外の電力で送信されてしまう。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のプリディストーション形リニアライザは、フーリエ変換により周波数成分を求めて発振の有無を監視するため、発振の有無を判断してアラームを検出するまでの時間を要し、また消費電力が増大するなどの欠点がある。

【0008】本発明の目的は、このような従来の欠点を除去するため、電力増幅器の歪み成分を打ち消すための歪み補償係数の収束時間を予め定められた収束時間と比較することにより、帰還ループの異常時のアラーム検出を容易に行うことができるプリディストーション形リニアライザを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のプリディストーション形リニアライザは、電力増幅器の非線形歪み補償を負帰還方式で行うプリディストーション形リニアライザであって、電力増幅器の歪み成分を打ち消すための歪み補償係数の時間的変化に基づいて、帰還ループの異常状態を検出したときアラーム信号を出力する検出手段と、前記アラーム信号に従って前記電力増幅器の出力電力を制御する制御信号を出力するアラーム検出手段と、を備えることを特徴としている。

10 【0010】また、前記検出手段は、線形デジタル変調方式の送信ベースバンド直交信号と前記電力増幅器出力の一部をフィードバックして復調した帰還ベースバンド直交信号との電力比較を行い、電力比較結果より求めた前記歪み補償係数と直前の歪み補償係数とより時間的変化を求め、予め定められた収束時間を越える場合にアラーム信号を出力することを特徴としている。

20 【0011】さらに、前記検出手段は、前記電力比較結果より求めた前記歪み補償係数と前記直前の歪み補償係数とを用いて微分処理することにより、時間的変化を求めることを特徴としている。

【0012】また、前記検出手段は、前記電力比較結果をアナログ量に変換し、時間的変化を求めることを特徴としている。

30 【0013】また、本発明のプリディストーション形リニアライザは、入力された送信ベースバンド信号の直交成分と同相成分とを波形成形するルートナイキストフィルタと、前記ルートナイキストフィルタ出力と参照テーブルに書き込まれたテーブル値とを乗算する乗算器と、前記乗算器出力を直交変調する直交変調器と、前記直交変調器出力をアナログ信号へ変換するD/Aコンバータと、前記D/Aコンバータ出力をPLL周波数シンセサイザから出力された局発発振信号を用いて、所望の周波数帯域に周波数変換する第1のミキサと、前記第1のミキサの入出力側に接続された第1、第2のバンドパスフィルタと、前記第2のバンドパスフィルタ出力を増幅しアンテナへ出力する電力増幅器と、前記電力増幅器出力の一部を減衰器を介して入力し、前記局発発振信号を用いて周波数変換する第2のミキサと、前記第2のミキサ出力から帯域外の不要波成分を除去する第3のバンドパスフィルタと、前記第3のバンドパスフィルタ出力をベースバンド周波数帯の同相成分と直交成分とに分離する直交復調器と、前記送信ベースバンド信号および前記直交復調器出力の帰還ベースバンド信号をそれぞれ電力計算する第1、第2の電力計算器と、前記第1、第2の電力計算器のそれぞれの出力を比較処理した歪み補償係数を参照テーブルへ書き込む電力比較器と、前記歪み補償係数と直前の歪み補償係数とより時間的変化を求め、予め定められた収束時間を越える場合にアラーム信号を出力する微分回路と、前記アラーム信号を検出したとき前記電力増幅器の出力電力を制御するアラーム検出回路

と、より構成されることを特徴としている。

【0014】また、本発明のプリディストーション形リニアライザのアラーム検出方法は、電力増幅器の非線形歪み補償を負帰還方式で行うプリディストーション形リニアライザのアラーム検出方法であって、送信ベースバンド信号と電力増幅器出力の一部をフィードバックして復調した帰還ベースバンド信号との電力比較を行い、前記電力増幅器の歪み成分を打ち消すための歪み補償係数を求め、前記歪み補償係数の時間的変化に基づいて帰還ループの異常状態を検出し、前記電力増幅器の出力電力を制御することを特徴としている。

【0015】また、本発明のプリディストーション形リニアライザのアラーム検出方法は、電力増幅器の非線形歪み補償を負帰還方式で行うプリディストーション形リニアライザのアラーム検出方法であって、線形ディジタル変調方式の送信ベースバンド直交信号と電力増幅器出力の一部をフィードバックして復調した帰還ベースバンド直交信号との電力比較を行い、前記電力増幅器の歪み成分を打ち消すための歪み補償係数を求め、前記歪み補償係数の収束時間が予め定められた収束時間を越える場合に、帰還ループの異常状態を判断し、前記電力増幅器の出力電力を制御することを特徴としている。

【0016】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明のプリディストーション形リニアライザの一つの実施の形態を示すブロック図である。

【0017】図1に示す本実施の形態は、ベースバンド信号の同相成分(I)、直交成分(Q)を発生するベースバンド信号発生器1と、ベースバンド信号発生器1出力を波形成形するルートナイキストフィルタ2と、参照テーブル(LUT)20出力と乗算する乗算器3と、乗算器3出力を直交変調する直交変調器4と、直交変調器4出力をアナログに変換するD/Aコンバータ5と、帯域外の不要波成分を除去するバンドパスフィルタ6、8と、所望の周波数帯域に周波数変換するミキサ7、13と、所要の電力まで増幅する電力増幅器9と、電力増幅器9出力を送信するアンテナ10と、減衰器11と、ミキサ7、13に局部発振信号を供給するPLL周波数シンセサイザ12と、ミキサ13出力をデジタル変換するA/Dコンバータ15と、同相成分と直交成分とに分離する直交復調器16と、帰還ベースバンド信号および送信ベースバンド信号をそれぞれ電力計算する電力計算器17、18と、電力計算器17、18のそれぞれの出力を比較処理した歪み補償係数を参照テーブル20へ書き込む電力比較器19と、電力比較器19出力の歪み補償係数と直前の歪み補償係数とより時間的変化を求め、予め定められた収束時間を越える場合にアラーム信号を出力する微分回路21と、アラーム信号を検出したとき電力増幅器9の出力電力を制御するアラーム検出回路22

とより構成されている。

【0018】なお、図1において図3に示す構成要素に対応するものは同一の参照数字または符号を付している。

【0019】次に、本実施の形態のプリディストーション形リニアライザの動作を図1を参照して詳細に説明する。

【0020】図1によると、ベースバンド信号発生器1は、ベースバンド信号の同相(I)成分と直交(Q)成分とを出力する。

【0021】ルートナイキストフィルタ2は、ベースバンド信号発生器1から出力されたベースバンド信号を波形成形する。

【0022】乗算器3は、ルートナイキストフィルタ2から出力された歪み成分を含まないベースバンド信号と参照テーブル20に書き込まれた歪み補償係数とを乗算する。この参照テーブル20には、電力増幅器9で発生する歪み成分とは逆の特性をもった歪み補償係数が書き込まれている。

【0023】直交変調器4は、乗算器3から出力された信号を直交変調する。

【0024】D/Aコンバータ5は、直交変調器4から出力されたディジタル信号をアナログ信号へ変換する。

【0025】ミキサ7は、PLL周波数シンセサイザ12から出力された局部発振信号を用いて、所望の周波数帯域に周波数変換する。

【0026】バンドパスフィルタ6、8は、ミキサ7の入力側および出力側に接続され、帯域外の不要波成分を除去する。

【0027】電力増幅器9は、ミキサ7から出力された信号を所要の電力まで増幅し、アンテナ10へ出力する。また、電力増幅器9は、アラーム検出回路22から出力された制御信号により、出力電力が制御される。

【0028】PLL周波数シンセサイザ12は、ミキサ7およびミキサ13に対して、局部発振信号を出力する。

【0029】ミキサ13は、電力増幅器9から出力された送信信号の一部をATT11を介して入力し、局部発振信号を用いて、中間周波数帯に周波数変換する。

【0030】バンドパスフィルタ14は、ミキサ13出力から帯域外の不要波成分を除去する。

【0031】A/Dコンバータ15は、中間周波数帯に周波数変換されたアナログ信号をディジタル信号に変換する。

【0032】直交復調器16は、A/Dコンバータ15出力をベースバンド周波数帯の同相(I)成分と直交(Q)成分とに分離する。

【0033】電力計算器17、18は、帰還ベースバンド信号および送信ベースバンド信号のそれぞれの電力を計算し出力する。

【0034】電力比較器 19 は、電力計算器 17、18 のそれぞれの出力を入力して電力比較することにより、電力増幅器 9 で発生する歪を検出し、検出した歪と逆の特性を持つ歪み補償係数を求めて参照テーブル 20 に書き込む。

【0035】微分回路 21 は、更新される前の歪み補償係数から更新された後の歪み補償係数へ変化した割合を微分処理し、予め定められた微分値になるまでの収束時間が正常に動作するときの収束時間に比べて長い場合にアラーム信号を出力する。

【0036】アラーム検出回路 22 は、微分回路 21 から出力されるアラーム信号を検出したとき、電力増幅器 9 の出力電力を制御する。

【0037】次に、リニアライザの動作が異常状態となった場合の動作について説明する。

【0038】まず、リニアライザが正常な時には、電力増幅器 9 で発生する歪みとは逆の特性の信号を電力増幅器 9 に入力することにより歪が補償され、歪が補償されるに従って、電力比較器 19 から出力される電力値の差が一定値に近づき収束する。すなわち、歪み補償係数あるいは参照テーブル 20 の値がある一定値に収束し、微分回路 21 はアラームを送出することがない。

【0039】しかし、何らかの理由で、送信ベースバンド信号および帰還ベースバンド信号の 2 つの信号に位相のずれ等がある場合には、送信ベースバンド信号と帰還ベースバンド信号との電力差が収束しなくなる。

【0040】このとき、微分回路 21 は、更新された歪み補償係数が更新される前の歪み補償係数から変化した割合を監視し、歪み補償係数の収束時間が正常に動作するときの収束時間に比べて長いと判断した場合にアラーム信号を出力する。

【0041】アラーム検出回路 22 では、微分回路 21 から出力されたアラーム信号を検出したとき、電力増幅器 9 の入力信号の遮断あるいは出力電力の低下などの制御を行う。

【0042】次に、本発明の他の実施例について説明する。図 2 は、本発明のプリディストーション形リニアライザの他の実施の形態を示すブロック図である。

【0043】図 2 を参照すると、基本的構成は図 1 と同じであるが、電力比較器 19 から出力された歪み補償係数を D/A コンバータ 23 でアナログ量に変換し、そのアナログ量の時間的変化により負帰還ループの異常状態を検出する点が異なる。

【0044】D/A コンバータ 23 で変換されたアナログ量は、リニアライザが正常な場合には、一定の電圧に収束するが、異常状態となった場合には、ある一定の電圧幅に収まらず収束しなくなる。従って、所定の電圧幅あるいは収束時間に基づいてアラーム信号を出力し、電力増幅器 9 の出力電力を制御することができる。

【0045】また、本発明は、上述した実施例に限定さ

れるものではなく、電力増幅器の歪み成分を補償するために更新される歪み補償係数が収束するか否かを判断できるものであれば良く、例えば、微分回路の代わりに DSP 等の信号処理 IC を使って負帰還ループの異常状態を検出することも可能である。

【0046】このように、更新される前の参照テーブルの値と更新された後の参照テーブルの値という 2 つのデータを微分処理するという簡易な方法でリニアライザが正常に働いているかを知ることができる。従って、計算量を減らすことができるとともに、消費電流を減らすことができる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のプリディストーション形リニアライザ及びそのアラーム検出方法によれば、電力増幅器の歪み成分を打ち消すための歪み補償係数を求め、歪み補償係数の時間的変化に基づいて帰還ループの異常状態を検出する微分回路と、電力増幅器の出力電力を制御するアラーム検出回路とを備えることにより、簡易な計算で負帰還ループの発振等の異常状態を知ることができるという効果がある。

【0048】また、簡易な計算により、計算量の規模を小さくして検出時間を短縮し、従って消費電流を抑えることができるという効果がある。

【0049】また、電力増幅器の破壊を免れるとともに電波法で定められた範囲外の電波を送信すること防止することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のプリディストーション形リニアライザの一つの実施の形態を示すブロック図である。

【図 2】本発明のプリディストーション形リニアライザの他の実施の形態を示すブロック図である。

【図 3】従来のプリディストーション形リニアライザの構成例を示すブロック図である。

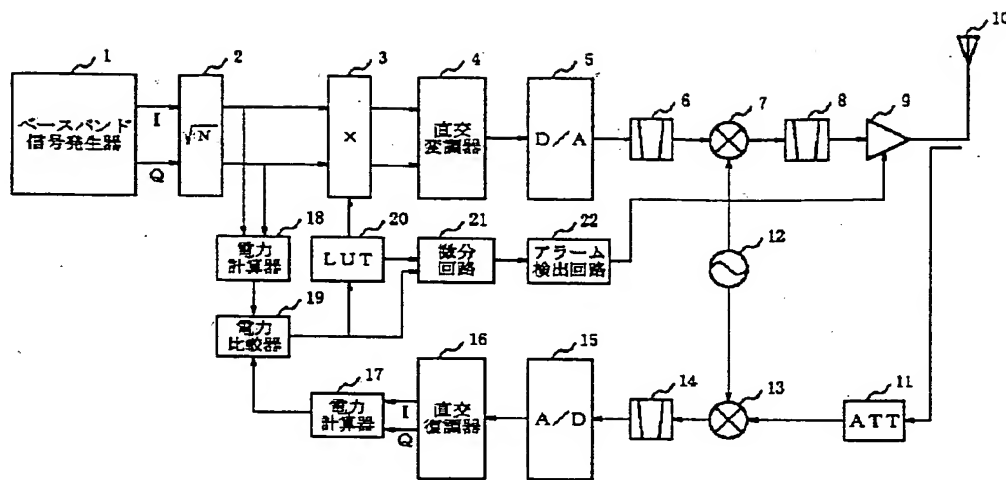
【符号の説明】

- |        |               |
|--------|---------------|
| 1      | ベースバンド信号発生器   |
| 2      | ルートナイキストフィルタ  |
| 3      | 乗算器           |
| 4      | 直交変調器         |
| 5、23   | D/A コンバータ     |
| 6、8、14 | バンドパスフィルタ     |
| 7、13   | ミキサ           |
| 9      | 電力増幅器         |
| 10     | アンテナ          |
| 11     | 減衰器           |
| 12     | PLL 周波数シンセサイザ |
| 15     | A/D コンバータ     |
| 16     | 直交復調器         |
| 17、18  | 電力計算器         |
| 19     | 電力比較器         |
| 20     | 参照テーブル        |

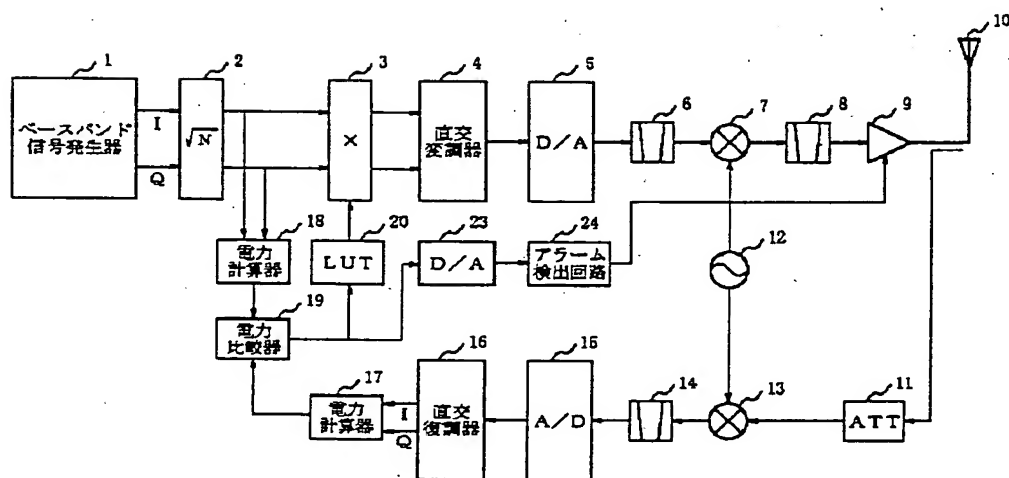
21 微分回路

22、24 アラーム検出回路

【図1】

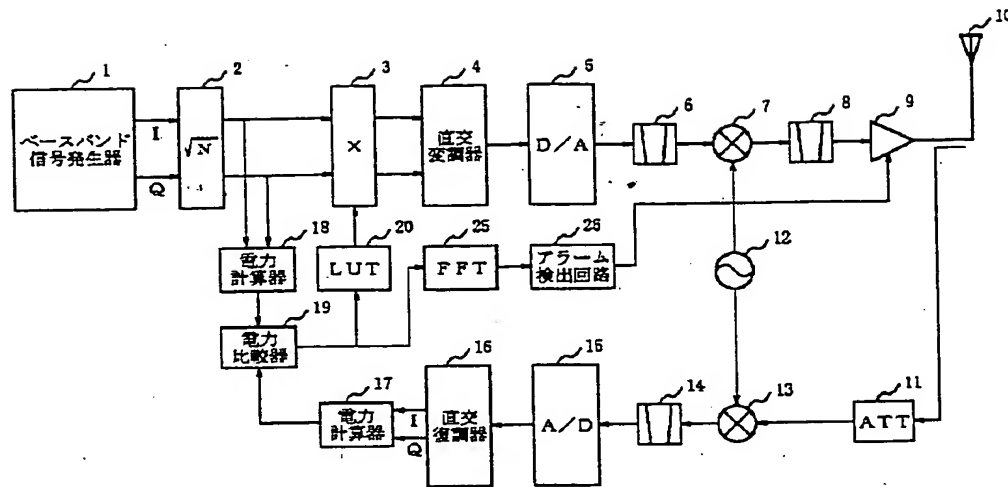


【図2】





【図3】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J090 AA01 AA41 CA00 CA21 DN02  
 FA20 GN03 GN06 KA00 KA23  
 KA30 KA32 KA34 KA41 KA44  
 KA53 KA55 MA13 NN11 SA14  
 TA01  
 5K004 AA01 AA05 AA08 BA02 BC01  
 FE10 FF05 JF04  
 5K060 BB07 CC04 FF06 HH01 HH06  
 HH14 HH31 KK01 KK06 LL22  
 LL24

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**